



III-286 – FABRICAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS UTILIZANDO OS RESÍDUOS INERTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)

Reginaldo Ferreira⁽¹⁾

Graduado em Tecnologia da Construção Civil, Centro Superior de Educação Tecnológica. CESET – UNICAMP.

Jose Ventura da Silva Neto⁽²⁾

Graduado em Tecnologia da Construção Civil, Centro Superior de Educação Tecnológica. CESET – UNICAMP.

Luísa Andréia Gachet Barbosa⁽³⁾

Professor Doutor, Centro Superior de Educação Tecnológica. CESET - UNICAMP.

Lubienska Cristina Lucas Jaquiê Ribeiro⁽⁴⁾

Professor Doutor, Centro Superior de Educação Tecnológica. CESET - UNICAMP.

Ana Elisabete Paganelli Guimaraes de Avila Jacintho⁽⁵⁾

Professor Doutor, Faculdade de Engenharia Civil - PUC-CAMPINAS.

Endereço⁽¹⁾: CENTRO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA (CESET) – UNICAMP. R. Paschoal Marmo -1888 –Fone:19 2113 3399 Jd. Nova Itália - CEP:13484-332 - Limeira, SP-Brasil - e-mail: reginalff@ceset.unicamp.br

RESUMO

Devido às limitações dos recursos naturais para produção de argamassa e concreto e ao elevado descarte dos entulhos de construção civil em locais não apropriados, e para minimizar esse problema houve a necessidade de se fazer um estudo dos resíduos de construção civil (RCC) reciclado com objetivo de reutilizá-lo como agregado para concreto para fabricar blocos sem função estrutural. Foram realizadas visitas à usina de reciclagem Kata Entulho, localizada na cidade de Rio Claro - SP a 182 km da capital para conhecer o processo de recepção, separação e britagem de RCC e coleta de amostras dos lotes de agregados para realização de ensaios a fim de caracterizá-los para elaboração e dosagens de concreto por meio de traços piloto com a finalidade de adquirir um concreto que tenha uma resistência $>2,0$ MPa para produção de blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural. Após realização dos ensaios de caracterização e após serem feitas várias determinações para escolher um traço, foram moldados blocos e submetidos a ensaios de ruptura por compressão, sendo utilizado várias combinações do fator água/cimento, mostrando ser possível a utilização de RCC para essa aplicação da continuação dos estudos com diferentes tipos de composição de agregados reciclados.

PALAVRAS-CHAVE: reciclados, resíduos, agregados, bloco.

INTRODUÇÃO

A Construção Civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, e, por outro lado, comporta-se, ainda, como grande geradora de impactos ambientais, quer seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos, que são denominados de RCC (Resíduos de Construção Civil).

O setor tem um grande desafio: conciliar uma atividade produtiva desta magnitude com condições que conduzam a um desenvolvimento sustentável consciente e menos agressivo ao meio ambiente. É uma questão, embora antiga, ainda sem respostas totalmente satisfatórias, pois, requer grandes mudanças culturais e ampla conscientização.

O Estatuto das Cidades, Lei Federal nº 10.257, promulgada em 10/6/2001, determina novas e importantes diretrizes para o desenvolvimento sustentado dos aglomerados urbanos no País. Prevê a necessidade de proteção e preservação do meio ambiente natural e construído, com uma justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes da urbanização, exigindo que os municípios adotem políticas setoriais articuladas e sintonizadas com o seu Plano Diretor (NETO, 2005).



Uma dessas políticas setoriais que pode ser destacada, é a que trata da gestão dos resíduos sólidos.

No processo de consolidação urbana que o país atravessa, é compreensível que o esforço dos municípios brasileiros tenha, num primeiro momento, focado o manejo adequado e sustentável dos resíduos domiciliares, direcionando-se para o reaproveitamento de uma parcela crescente desses resíduos, por meio dos procedimentos de recuperação de recicláveis e de compostagem, além da busca de soluções mais consistentes para o acondicionamento, a coleta e a destinação final dos resíduos particularmente perigosos gerados nos estabelecimentos de saúde.

Considerando o quadro de carências que ainda persiste, é inegável o avanço desse segmento, sobretudo nos maiores centros urbanos do país. Dados levantados em diversas localidades onde é expressiva a geração dos resíduos de construção civil mostram, por outro lado, que eles têm uma participação importante no conjunto dos resíduos produzidos, podendo alcançar a cifra expressiva de até duas toneladas de entulho para cada tonelada de lixo domiciliar. Tais dados mostram também, que a ausência de tratamento adequado para tais resíduos está na origem de graves problemas ambientais, sobretudo nas cidades em processo mais dinâmico de expansão ou renovação urbana, o que demonstra a necessidade de avançar, em todos os municípios, em direção à implantação de políticas públicas especificamente voltadas para o gerenciamento desses resíduos.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), baixou uma resolução denominada RESOLUÇÃO CONAMA 307, de 5 de julho de 2002, em que determina a responsabilidade de todos os Municípios e o Distrito Federal, proibindo o descarte do RCC em lixões, bota-foras ou em aterros sanitários exigindo a elaboração de um plano de gerenciamento integrado destes resíduos incluindo principalmente sua reciclagem e utilização.

Entretanto, a reciclagem tem surgido como uma forma de diminuir a ação nociva dos resíduos de construção civil no ambiente urbano. Desta forma, os agregados reciclados de RCC podem ser utilizados em diversos novos produtos, como argamassas, concreto, guia de sarjetas e blocos de alvenaria de vedação.

No entanto o entrave à aplicação dos agregados reciclados de construção civil é a variabilidade de sua composição, apresentando diferentes percentuais de argamassas, concretos, materiais cerâmicos e outros.

Os resíduos de construção e demolição (RCC) representam de 13% a 67%, em massa, dos resíduos sólidos urbanos (RSU), tanto no Brasil como no exterior; e cerca de duas a três vezes a massa de resíduos domiciliares (JOHN, 2000).

No Brasil, considerando-se um índice médio de geração per capita de 500 kg/habitante por ano, estima-se uma geração na ordem de 68,5 milhões de toneladas/ano para uma população urbana de 137 milhões de pessoas, segundo censo do Instituto Brasileiro de Geociências e Estatística IBGE de 2002 (ANGULO et al., 2002).

As técnicas tradicionais de demolição utilizadas em edifícios de poucos andares são rudimentares, pois se valem de processos manuais e isso ocorre na maioria das cidades brasileiras (Angulo, 1998).

Grande parte dos municípios brasileiros emprega ações corretivas em relação aos RCC, somente agindo após o acontecimento das disposições ilegais, realizando limpezas emergenciais dos locais atingidos. Essas ações, segundo PINTO (1999) “quando rotineiras, têm significado sempre atuações em que os gestores se mantêm como coadjuvantes dos problemas, confirmando, num ou noutro caso, uma prática que pode ser denominada de Gestão Corretiva”.

A pouca preocupação com o destino do entulho gera “bota fora” e aterros clandestinos, degradação de áreas urbanas, assoreamento de córregos, canais e rios, entupimento de bueiros e galerias tanto no Brasil quanto no exterior (ZORDAN, 1997; BRITO, 1999).

Segundo Neto, (2005) é possível adotar uma gestão diferenciada dos RCC que é constituída de ações integradas que visam à:

- Captação máxima de RCC por meio de áreas de atração diferenciadas para pequenos e grandes geradores ou coletores;
- Reciclagem dos resíduos captados em áreas especialmente definidas para beneficiamento;



- Alteração cultural dos procedimentos quanto a intensidade da geração, à correção da coleta e da disposição e à possibilidade de reutilização dos resíduos reciclados.

O reaproveitamento de resíduos para uso em construção é praticado desde o Império Romano e Grécia antiga. Há relatos de uso de restos de telhas, tijolos e utensílios de cerâmica como agregado graúdo em concretos rudimentares (SANTOS, 1975). Aplicavam-se também estes rejeitos, moídos, como aglomerantes, com aproveitamento das propriedades pozolânicas dos materiais cerâmicos.

Mas, foram as grandes catástrofes deste século, como terremotos e guerras, que impulsionaram a prática do uso de material reciclado (LIMA, 1999).

No Brasil, a reciclagem de resíduos de construção iniciou-se ainda nos anos 80, com a utilização de pequenos moinhos instalados durante a construção de edifícios, onde os resíduos de alvenaria eram reaproveitados para a produção de argamassas (LIMA, 1999).

Os agregados reciclados têm a finalidade de substituir parcialmente ou totalmente o material natural empregado. Segundo a UTS (1999), as maiores diferenças verificadas entre os reciclados e os naturais podem ser resumidas a:

- (a) Forma do grão e textura superficial, que no material reciclado tendem a ser mais irregulares;
- (b) Densidade, que normalmente é menor nos agregados reciclados devido à sua alta porosidade;
- (c) Absorção de água, que é a diferença mais marcante entre os dois materiais, em se tratando de propriedades físicas.

Ao se analisar as aplicações dos agregados reciclados, é preciso considerar que em geral a qualidade destes agregados é heterogênea e inferior aos agregados convencionais (IPT/ CEMPRE, 2000). Para aumentar o potencial da reciclagem, deve-se garantir a homogeneidade da composição e a pureza, ou a não contaminação dos materiais.

Basicamente as características mais importantes dos agregados reciclados são:

- Composição da mistura;
- Tamanho e forma dos grãos;
- Resistência de carga;
- Permeabilidade;
- Ausência de contaminação (por óleos ou substâncias diversas).

Quanto melhores forem estas características, melhor será a qualidade dos agregados reciclados, se forem provenientes da demolição de peças de concreto poderão ser empregados até em peças estruturais.

Mas, como no Brasil o beneficiamento dos RCC é em grande parte realizado pelos municípios em instalações simples e, como quase não acontece a separação dos resíduos na fonte, isto é, nos canteiros de obra, demolições e reformas, os agregados reciclados não apresentam homogeneidade de suas características físico-químicas, dificultando o seu emprego em concretos estruturais. Como consequência, os principais empregos dos agregados reciclados no Brasil são simplificados, e consomem grandes quantidades de materiais (NUNES, 2004).

Também nestas aplicações não estruturais, o agregado reciclado será empregado conforme a sua maior ou menor qualidade, por exemplo, nas estradas com tráfego intenso devem-se usar materiais beneficiados com melhores características, mas, em estradas ou vias com pouco tráfego, obras de urbanização, lastro para fundações e aterros simples se empregará materiais com menor qualidade.

As aplicações do agregado reciclado no Brasil ainda são restritas, pois aplicações potenciais deverão ser pesquisadas com maior profundidade, pois as aplicações ainda trazem dúvidas aos profissionais de construção civil sobre as especificações técnicas para a produção e para a aplicação do material. Segundo Lima (1999) são utilizados empiricamente traços com limitação do teor de agregados reciclados, de forma a prevenir problemas, tais como retração por secagem e alta absorção, neste trabalho o bloco de alvenaria de vedação foi utilizado apenas agregado reciclado.

Os agregados reciclados possuem varias aplicações nos serviços de engenharia como camadas drenantes, lastro para assentamento de tubos ou de guias, envelopamento de galerias e estabilização de solos expansíveis ou com baixa capacidade de suporte (BRITO FILHO, 1999).

Este trabalho tem como objetivo principal fabricar blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural com resíduos de construção civil (RCC), reciclados, obtidos da Usina Kata Entulho da cidade de Rio Claro, São Paulo e submetê-los a alguns ensaios de caracterização dos agregados e ensaios de resistência à compressão para verificar se o produto atende as especificações das normas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi adotada a seguinte metodologia:

- Visitas técnicas a usina Kata Entulho localizada na cidade de Rio Claro, no estado de São Paulo (distante 182 Km da capital);
- Coleta e caracterização dos resíduos reciclados de construção civil;
- Elaboração e dosagem de traços de concreto confeccionado corpos-de-prova cilíndricos de 5x10cm;
- Produção de protótipos de blocos vazados de concreto simples para alvenaria;
- Ensaios em blocos vazados de concreto simples para alvenaria, tais como: análise dimensional, absorção de água, área líquida e resistência à compressão;
- Comparação dos resultados obtidos dos ensaios de caracterização dos agregados e compressão dos blocos com valores determinados pelas normas vigente.

As duas etapas de trabalho serão descritas a seguir:

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os principais materiais foram o cimento usado nos ensaios de laboratório para composição do traço do bloco de concreto sem função estrutural foi o CPV – ARI, por atingir alta resistência inicial nas primeiras idades, fator esse que, para o traço do bloco de concreto é essencial, e os agregados de resíduos mistos (ARM), reciclados, empregados para caracterização e dosagem, sendo neste trabalho denominados como agregados miúdos (areia) e agregados graúdos (pedrisco), provenientes de resíduos de construção civil (RCC).

O RCC utilizado está em conformidade com a resolução CONAMA 307/02 e ABNT NBR 15116/04, cujo material está classificado como resíduo de classe A – resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; reparos de edificações, componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento), argamassa, concreto, processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto.

Conforme ABNT NBR NM 26/01 – Agregados – Amostragem - foram coletadas amostras parciais em pontos diferentes do lote de agregado, (ver Figura 1), em quantidades representativas para cada ensaio, formando assim amostra de campo e em seguida conforme NBR NM 27/01 formou-se as amostras de ensaio.



Figura 1 - Lote de agregado



Para a caracterização dos agregados de RCC e do cimento, foram realizados os seguintes ensaios:

- ♦ Análise granulométrica dos agregados;
- ♦ Inchamento;
- ♦ Massa específica;
- ♦ Massa unitária;
- ♦ Material fino passante na peneira 200;
- ♦ Absorção de água;
- ♦ Material pulverulento;

Análise granulométrica

No agregado miúdo de RCC foi realizado o ensaio de composição granulométrica – ABNT NBR NM 248/2003. Os dados são apresentados na Tabela 1 e na Figura 2. Observando esses dados, classificou o agregado na zona utilizável inferior, ressaltando que a distribuição granulométrica do agregado tenha apresentado uma curva 2% fora da faixa na peneira 0,15mm, porém o módulo de finura apresentado permite sua classificação na Zona utilizável inferior.

Tabela 1 - Ensaios de caracterização do agregado miúdo de RCC

Análise granulométrica	valores
Dimensão máxima característica (mm)	4,8
Módulo de Finura	1,80

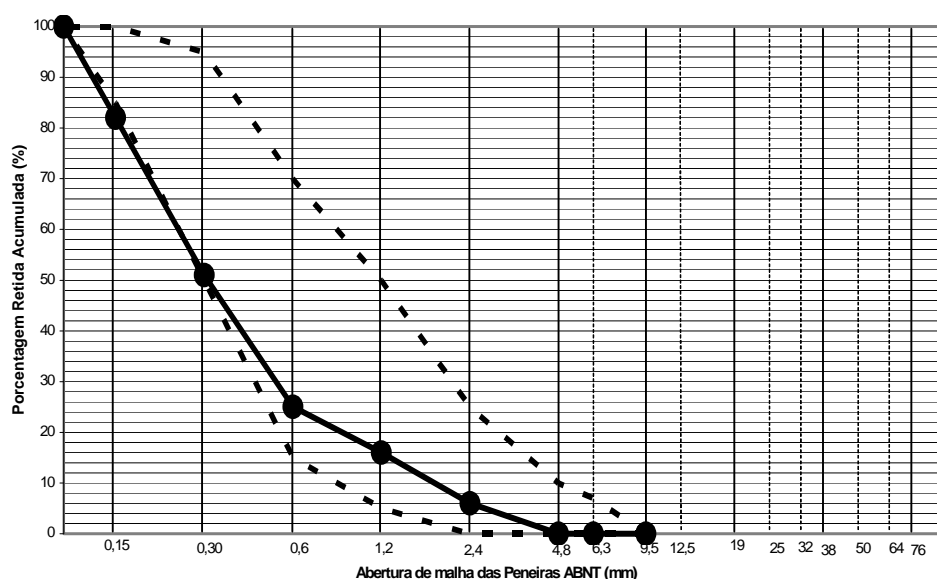


Figura 2 – Curva do agregado miúdo

No agregado grão de RCC foi realizado o ensaio de composição granulométrica – ABNT NBR NM 248/2003. Os dados são apresentados na Tabela 2 e na Figura 3, onde se pode observar que por meio da distribuição granulométrica, o agregado aproximou-se da faixa da zona granulométrica do agregado grão (4,75mm/ 12,5mm).

Tabela 2 - Ensaios de caracterização do agregado grão de RCC

Análise granulométrica	valores
Dimensão máxima característica (mm)	9,5
Módulo de Finura	5,31



Portando, como sugestão para melhor classificação sugere-se que as peneiras da Usina de reciclagem acopladas ao britador devem ter suas aberturas de malha ajustadas de forma que não fiquem retidos materiais finos nas peneiras inferiores a 2,4mm.

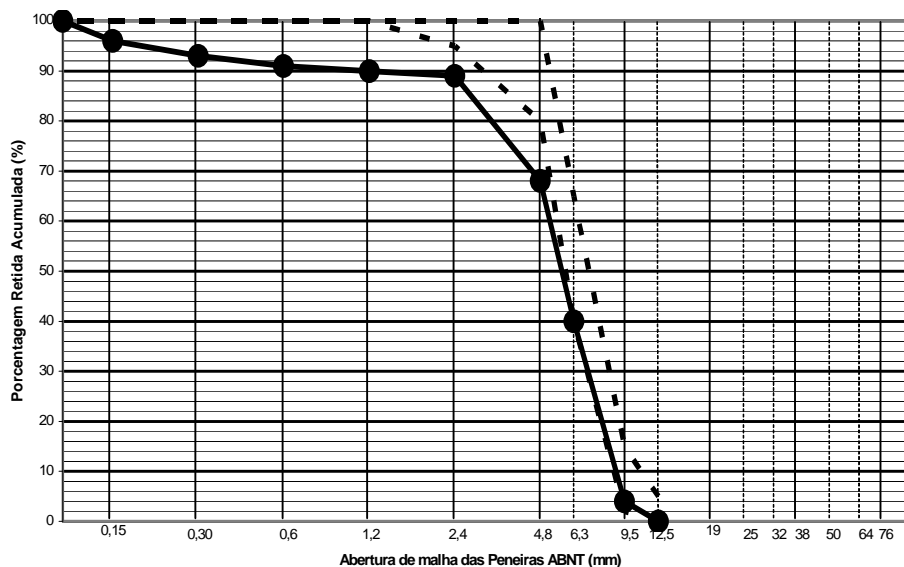


Figura 3 – Curva do agregado graúdo

Massa Específica

Agregado Miúdo: A determinação da massa específica, da massa específica aparente e de absorção de agregados miúdos seguiram a NBR NM 52/2003. A Tabela 3 apresenta esses dados de ensaios.

Portanto, por meio do ensaio da massa específica do agregado saturado, calculou-se a absorção do mesmo que se comparado com a absorção do agregado natural sua absorção foi considerada alta, pois na sua composição contém resíduos porosos de materiais cerâmicos, argamassas, cimento e solo (partículas finas como silte, argila e material cimentício).

Tabela 3 - Ensaios de massa específica do agregado miúdo

Ensaio	valores	observações
Massa específica do agregado seco	2,23g/cm ³	Considerando volume dos vazios no agregado
Massa específica do agregado saturado na condição superfície seca	2,38g/cm ³	Considerando agregado sem volume de vazios por estar preenchido com água
Massa específica do agregado	2,61g/cm ³	Considerando volume real do agregado
Absorção	6,6%	-----

Agregado Graúdo: A determinação da massa específica e da massa específica aparente seguiram a NBR NM 53/2003. A Tabela 4 apresenta esses dados.

Tabela 4 - Ensaios de massa específica do agregado graúdo

Massa específica	valores (g/cm ³)
Agregado com fração >4,8mm	2,24
Agregado com fração <4,8mm	2,69
Média ponderada do agregado graúdo	2,38

De acordo com a NBR NM 52/2003:



Média ponderada: (fração > 4,8mm) = $2,24\text{g/cm}^3 \times 68\%$ (= % retida ac. na peneira 4,8) = $1,52\text{g/cm}^3$

(fração < 4,8mm) = $2,69\text{g/cm}^3 \times 32\%$ (= % retida ac. na peneira 2,4) = $0,86\text{g/cm}^3$

Portanto considerou-se:

$1,52\text{g/cm}^3 + 0,86\text{g/cm}^3 = 2,38\text{g/cm}^3$ (massa específica do pedrisco)

Cimento Portland

A determinação da massa específica do cimento (ARI) foi realizada de acordo com a NBR NM 23/01, encontrando-se o valor de $3,14\text{g/cm}^3$.

Esse resultado indicou que o valor apresentado está dentro das especificações (valor de referência = $>3,03$) não apresentando material inerte e adulterado na sua composição.

Massa Unitária

A determinação da massa unitária de agregado em estado solto foi realizada conforme NBR 7251/2002. A Tabela 5 apresenta esses valores.

Pode-se observar que os valores encontrados quando comparados com os agregados naturais são baixos. Isso pode ser explicado pelo fato que o RCC é composto por resíduo misto poroso (ARM), tais como: cerâmica e argamassa, deixando-o mais leve.

Tabela 5 - Massa unitária dos agregados em estado solto

Ensaio	Valores(kg/dm^3)
Massa unitária do agregado miúdo	1,24
Massa unitária do agregado graúdo	1,20

Material Fino

A determinação do material fino de agregados que passa através da peneira 75 μm , (n 200) por lavagem, foi realizada de acordo NBR NM 46/2003. Sendo encontrado para material pulverulento o valor de 7,98%.

Observar que o valor obtido quando comparado com o agregado natural é considerado alto, e isso se deve à sua composição. O agregado de RCC por ser misto, apresenta materiais friáveis e torrões, tais como: solos, argamassas, cerâmica, cimento e partículas finas.

Elaboração do traço de concreto

Após a realização dos ensaios de caracterização dos materiais foi possível a elaboração de vários traços de concreto para a confecção dos blocos.

Dentre os vários traços foi escolhido o qual produziu corpos-de-prova que apresentavam melhor textura, coesão e resistências mínimas estabelecidas por norma, conforme NBR 6136/06.

Para tanto, foi definido o traço de concreto de 1: 4,5: 4,5: 1,45 para moldagem dos blocos de concreto com dimensões de 9x19x39cm.

Moldagem e capeamento dos blocos

A moldagem foi realizada em betoneira estacionária, na fábrica de blocos São Bento, localizada na cidade de Limeira – SP à 150 km da capital.

Foram também utilizadas uma máquina vibratória manual e uma máquina pneumática de vibro-compressão.

Após a moldagem os blocos passaram pelo processo de cura e posteriormente foram levados para o Laboratório de Materiais do CESET-UNICAMP para serem ensaiados.

A Figura 4 apresenta os blocos moldados e capeados com enxofre e caulim fundido para regularização dos topos e posterior realização dos ensaios de resistência à compressão, conforme NBR 6136/06.



Figura 4 – Bloco moldado e capeado na prensa para ensaio de resistência à compressão

ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

A Tabela 6 apresenta as dimensões, resistência à compressão individual e média dos blocos. Os ensaios seguiram a norma NBR 6136/06, e o traço utilizado destes blocos ensaiados foi de 1: 4,5: 4,5: 1,45. A absorção média dos blocos determinada em ensaio em torno de 13%, respeitando os limites de norma.

Tabela 6: dimensões, resistência à compressão individual e média dos blocos

CP	ESPESSURA DAS PAREDES (mm)		DIMENSÃO DOS BLOCOS (mm)			ÁREA (mm ²)	CARGA (Kgf)	TENSÃO (MPa)	
	Long.	Transv.	Compr.	Largura	Altura			Ind.	Média
1	17,8	17,5	390,3	96,0	195,0	37472,0	14250,0	3,7	4,4
2	18,1	17,3	388,0	93,0	197,7	36084,0	16310,0	4,4	
3	17,9	17,1	389,0	91,7	191,7	35658,3	17830,0	4,9	
4	17,9	16,8	388,7	93,0	197,3	36146,0	17240,0	4,7	
5	17,6	17,6	389,3	91,3	192,0	35559,1	15130,0	4,2	
Média	17,8	17,3	389,1	93,0	194,7	36183,9			

Pode-se observar pela tabela 6 que a resistência média dos blocos ensaiados atende a resistência mínima da NBR 6136/06, (mínimo de 2MPa) e, portanto, podem ser utilizados esses agregados da usina para a fabricação de blocos vazados sem função estrutural.

CONCLUSÃO

Conclui-se que por meio dos ensaios de caracterização, conforme NBR 7211/05– Agregado para concreto e NBR 15116/04 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção, os resultados obtidos mostraram que sua utilização para fabricação do bloco de concreto simples para alvenaria sem função estrutural é viável podendo seu desempenho ser melhorado se algumas medidas corretivas na produção do agregado forem tomadas, tais como:

Ajuste nas aberturas das peneiras acopladas ao britador que classificam os agregados; lavagem do agregado para eliminação do material pulverulento; melhor separação manual do resíduo de RCC na triagem, eliminação de pequenos materiais metálicos contido nos resíduos por meio da instalação de eletroímã junto ao britador; ensaios de caracterização dos lotes para produções diferentes; separar o resíduo misto (ARM) do



resíduo de concreto (ARC); fazer um controle dos caminhões contendo entulho na entrada da usina verificando procedência e tipologia do resíduo; instalação de balança de pesagem para caminhões, previsão de manutenção periódica dos equipamentos de britagem e peneiras de classificação de agregados.

Algumas características físicas dos agregados de RCC como absorção de água só poderão ser corrigidas na elaboração do traço para execução do concreto, fazendo correção da água no fator água/cimento.

Também se pode concluir que os blocos ensaiados atendem as resistências mínimas estabelecidas pela NBR6136/06 (valor de referência mínimo de 2,0 MPa), assim como sua textura e coesão apresentaram aparência fechada sendo adequada para blocos de vedação.

A absorção média dos blocos determinada em ensaio foi de 13%, respeitando os limites de norma.

Este estudo foi realizado usando vários traços com variações na relação água/cimento, podendo-se, em continuidade deste trabalho, serem estudados novos traços com composições diferentes de agregados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 12118/2006 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Método de Ensaio.

_____. NBR 15113/2004 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – aterros – diretrizes para projeto, implantação e operação.

_____. NBR 52/2003 Agregado miúdo Determinação de massa específica, massa específica aparente.

_____. NBR 7211/05 – Agregados para concreto – Especificação.

_____. NBR 6467/1987 – Agregados - Determinação do inchamento de agregado miúdo – método de ensaio.

_____. NBR 7251/1982 – Agregado em estado solto – Determinação da massa unitária – Método de ensaio.

_____. NBR 7251/1982 – Agregado em estado solto – Determinação da massa unitária – Método de ensaio.

_____. NBR NM 248/2003 – Agregados – Determinação da composição granulométrica.

_____. NBR NM 26/2001 – Agregados – Amostragem.

_____. NBR NM 27/2001 Agregados – Redução de amostra de campo para ensaios de laboratório.

_____. NBR NM 9776/1987 – Agregados – Determinação de massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman.

_____. NBR6136/2006 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos.

ANGULO, S. C. **Produção de concretos com agregados reciclados**. Londrina, 1998. 86p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Departamento de Construção Civil, Universidade Estadual de Londrina.

ANGULO, S. C. et al. **Construction and demolition waste, its variability and recycling in Brasil**. In: **Sustainable buildings**. Oslo, Noruega, 2002.

BRASIL. Lei Federal nº. 10,257, de 10 de Julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília. 11 jul. 2001.

BRITO, J.A. **Cidade versus entulho**. In: **SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL**, 2., São Paulo, 1999. **Anais**. São Paulo, Comitê Técnico CT206 Meio Ambiente IIBRACON), 1999. p56

CONAMA, Resolução nº. 307, de 05 de julho de 2002. Diretrizes e processamentos para gestão dos resíduos de construção. Brasília: MMA/CONOMA 2002.

FERREIRA, Reginaldo; VENTURA, José da Silva **Utilização dos resíduos inertes reciclados de**



construção e demolição (RCD) na fabricação de blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural. Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia da Construção Civil, apresentado ao Centro Superior de Educação Tecnológica da UNICAMP.

IPT INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA / CEMPRE COMPROMISSO EMPRESARIAL COM A RECICLAGEM. **Lixo Municipal - manual de gerenciamento integrado.** São Paulo, 2000.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** São Paulo, 2000. 102p.(tese livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

LIMA, J.A.R. **Proposição de diretrizes para a produção e normalização de resíduo de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos.** 1999. 204p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1999.

NETO, J. C. M. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil.** São Carlos, 2005. 162p.

NUNES, K. R. A. **Avaliação de Investimentos e de Desempenho de Centrais de Reciclagem para Resíduos Sólidos de Construção e Demolição.** Rio de Janeiro, 2004. 276 p. COPPE/UFRJ, D.Sc., Engenharia de Produção, 2004. Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

PRUDÊNCIO, Luiz Roberto; OLIVEIRA, Alexandre Lima; Frasson Jr. Artêmio. **Metodologia de dosagem para blocos de concreto empregados em alvenaria estrutural.** Caderno Técnico de Alvenaria Estrutural. CT11. Suplemento da Revista Prisma. Ed. Mandarim Ltda. Págs 33 à 39.

PINTO, T. P., **Metodologia para a Gestão Diferenciada para Resíduos Sólidos da Construção Urbana.** São Paulo, 1999. 189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SANTOS, P. S. **Tecnologia de argilas: Aplicações.** São Paulo: Edgard Blücher, 1975. v.2.

UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, SIDNEY. Sidney. 1999. **Recycled construction and demolition materials for use in roadworks and other local government activities.** Disponível em: <http://www.ipwea.org.au/upload/final_scoping_report.pdf>.

ZORDAN, S. E. **A Utilização do Entulho como Agregado na Confecção do Concreto.** Campinas: Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Dissertação (Mestrado), 1997. 140p.